

Levelized Cost of Energy (LCOE) og virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar

Skilgreining á LCOE, helstu forsendur, útreikningur fyrir virkjunarkosti til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar frá ágúst 2015 og samanburður virkjunarkosta.

1	Forsíða
2	Efnisyfirlit
3	Inngangur
4	Skilgreining á LCOE
5	Útreikningur á LCOE
6	Helstu forsendur og niðurstöður í LCOE hjá IRENA: Texti og tafla
7	Helstu forsendur og niðurstöður í LCOE hjá IRENA: Súlurit
8	LCOE útreikningur fyrir virkjunarkosti á Íslandi
9	Virkjunarkostir til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar: Skýrsla OS-2015-/02 dags. 21.08.2015
10	Virkjunarkostir í orkunýtingarflokki og verndarflokki
11	Virkjunarkostir í biðflokki
12	Upplistun virkjunarkosta, tafla A
13	Upplistun virkjunarkosta, tafla B
14	Myndræn framsetning á niðurstöðu LCOE útreiknings fyrir 83 virkjunarkosti
15	LCOE fyrir alla virkjunarkosti og hagkvæmasta röðun
16	Orkunýtingarflokkur og hagkvæmasta röðun
17	Biðflokkur og hagkvæmasta röðun
18	Verndarflokkur og hagkvæmasta röðun
19	Skýrsluhöfundur og ábyrgð
20	Baksíða

Ísland hefur um margt verið í öfundsverðri stöðu í orkumálum og öðrum löndum fyrirmynd í nýtingu endurnýjanlegra orkugjafa bæði til raforkuvinnslu og húshitunar.

Ísland skipar efsta sæti hvað varðar orkuvinnslu og notkun per íbúa. Orkugeirinn, ásamt margvíslegri afleiddri starfsemi, hefur náð að auka fjölbreytni atvinnulífs og skotið styrkari stoðum undir efnahagslíf landsins.

Í fræðilegri umræðu um orkumál er horft til þess hvernig ná megi „bestu“ lausn varðandi framboð, eftirspurn og orkuöryggi. Á sumum markaðs-svæðum bætist við pólitísk óvissa og áhætta.

Á síðustu árum hefur sú breyting átt sér stað að nýir orkugjafar hafa náð aukinni hagkvæmni og eru nú samkeppnishæfir við stærri og þekktari orkuvinnsluleiðir. Þetta á sérstaklega við um vindorku og sólarorku sem náð hafa aukinni hagkvæmni og skilað örum vexti. Er nú svo komið að ekki er lengur hægt að segja að nein ein orkuvinnsluleið sé öðrum hagkvæmari.

Í hagrænum samanburði fjölmargra orkuvinnsluleiða er um að ræða mismunandi stofnkostnað, rekstrarkostnað, orkuvinnslugetu, líftíma og fjármagnskostnað. Upp kemur sú spurning hvernig hægt sé að bera saman fjölmargar eðlisólíkar orkuvinnsluleiðir?

Einfalda svarið við þessari spurningu er sú að greiningarstofnanir í orkumálum um heim allan nota aðferðafræði „LEVELIZED COST OF ENERGY“ eða „LCOE“. Um er að ræða form núvirðisreiknings þar sem kostnaður og orkuvinnsla eru færð til núvirðis miðað við tiltekinn afvöxtunarpátt og reiknað er út svokallað „vegið meðalkostnaðarverð“ í US cent/kWh. Með þessari aðferð er hægt að bera saman ólíkar orkuvinnsluleiðir og fá nákvæmari samanburð en ella væri. Aðferðin er talin sú besta sem í boði er og almennt viðurkennd.

Á Íslandi eru helstu virkjunarkostir í vatnsafla og jarðhita. Vatnsaflsvirkjanir hafa almennt verið ódýrari í stofnkostnaði per uppsett MW en á móti hafa jarðhitavirkjanir skilað hærri nýtingu. **Með aðferðafræði LCOE er hægt að nota „sömu mælistiku“ í samanburði ólíkra virkjunarkosta.** Sem fyrr segir er þessi aðferð notuð af þekktum greiningarstofnunum um heim allan. Þetta má glögg sjá með skoðun á margvíslegum alþjóðlegum skýrslum um orkumál þar sem hugtakið LCOE er fyrirferðarmikið.

Greiningaraðilar benda á að aðferðafræði LCOE hafi þann annmarka að ná ekki nægjanlega vel um hagkvæmni sveigjanleika í orkuvinnslu m.t.t. álagstíma og breytilegs einingarverðs. Sumpart er kallað eftir auknu samstarfi um dýpri greiningarvinnu þannig að ná megi „bestu lausn“ er ná út yfir lönd og landamæri.

Til upprifjunar er staðan á Íslandi sú að uppsett afl vatnsaflsvirkjana er 1985 MW og 665 MW í jarðhita eða samtals 2.650 MW. Til viðbótar eru dieselvélar, notaðar sem varaafll, og vaxandi áhugi er á vindorku.

Í skýrslu Orkustofnunar frá ágúst 2015 um virkjunarkosti til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar eru alls 70 mismunandi virkjunarkostir og 4.400 MW í svokölluðum orkunýtingarflokki og biðflokki. Til viðbótar eru 13 virkjunarkostir og 1.240 MW í verndarflokki. Er þá vindorkan ekki meðtalin. Virkjunarkostir landsmanna eru þannig fjölmargir með mismunandi stofnkostnað, rekstrarkostnað, orkuvinnslugetu og LCOE eða „núvirtan meðalkostnað“. Aðferðafræði LCOE getur komið að gagni við frekari úrvinnslu, stefnumörkun og röðun virkjunarkosta.

Þess er vænst að samantektin nái að varpa ljósi á aðferðafræði LCOE og hvernig hana megi nota við mat á hagkvæmni mismunandi virkjunarkosta og við endanlega uppröðun. Um er að ræða þekkta og viðurkennda tækni til frekari gagnavinnslu í umræðu og ákvarðanatöku um framtíðaruppbyggingu orkugeirans á landinu.

*Reykjavík í júní 2016
Kristján B. Ólafsson
rekstrarhagfræðingur*

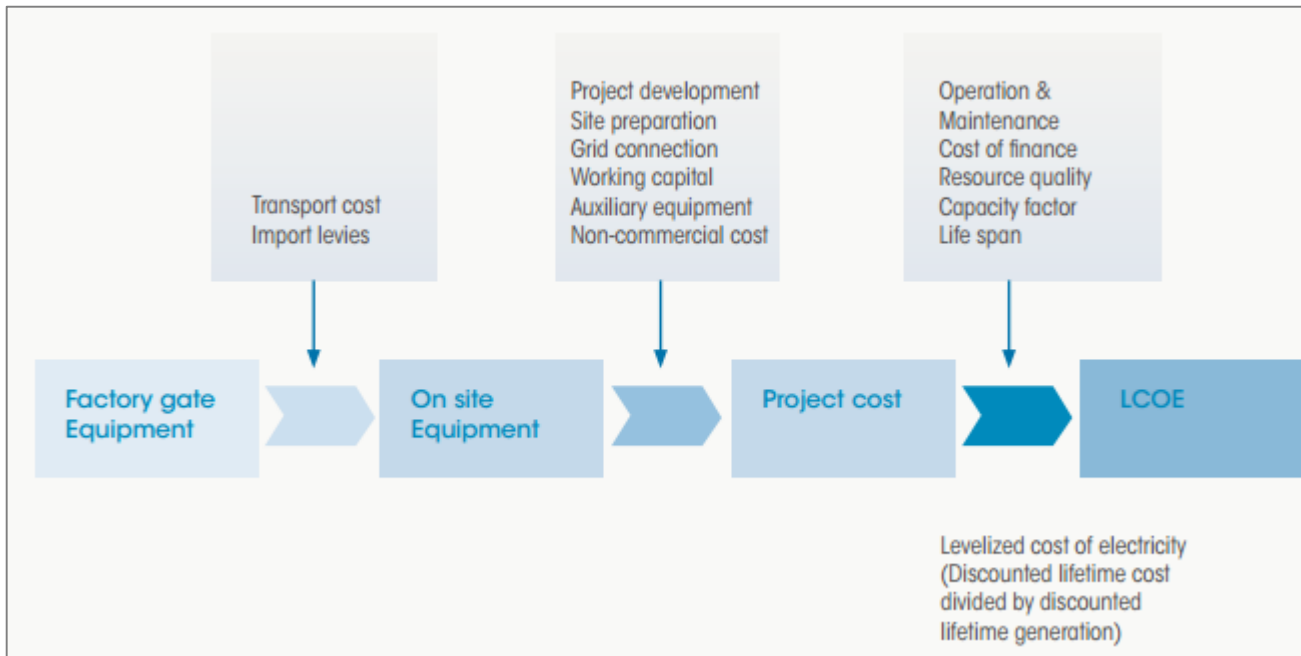
Skilgreining á LCOE

Levelized Cost of Energy eða „LCOE“ er aðferðafræði sem almenn sátt er um að nota við samanburð á kostnaði við mismunandi og eðlisólíkar leiðir við orkuvinnslu. Aðferðin er sérstaklega hentug til þess að bera saman orkuvinnslu með mismunandi stofnkostnað, rekstrarkostnað, líftíma og orkuvinnslugetu. Þetta á t.d. við um samanburð á vatnsafla, jarðhita og vindorku. Um er að ræða form núvirðisútreiknings og byggt er á eftirfarandi:

Stofnkostnaður á framkvæmdartíma og rekstrarkostnaður á útreikningstíma er núvirtur miðað við þann afvöxtunarstuðul eða “Discount Factor” sem ákveðið er að nota. Afvöxtunarstuðull á að endurspeglar undirliggjandi áhættu, form fjármögnunar og fjármagnskostnað. Orkuvinnslugeta á útreikningstíma er einnig reiknuð til núvirðis. Deilt er í samtalsstölu núvirts kostnaðar með samtalsstölu á núvirtri orkuvinnslugetu og niðurstaðan er LCOE í US cent / kWh.

Önnur skilgreining á LCOE er eftirfarandi: “LCOE is a stream of equal payments, normalized over expected energy production, that would allow a project owner to recover all costs, including financing and an assumed return on investment, over a predetermined financial life”.

Í þessari greiningarskýrslu er leitað í smiðju IRENA varðandi ýmsar forsendur, þ.m.t. um ákvörðun á afvöxtunarstuðli eða “Discount Factor”. Myndin að neðan frá IRENA lýsir aðferðfræðinni í meginatriðum.



Útreikningur á LCOE

1. Taflan að neðan sýnir nánar helstu skref í útreikningi á LCOE.
2. Stíllt er upp stofnkostnaði á framkvæmdartíma ásamt rekstrarkostnaði og orkuvinnslugetu á útreikningstíma.
3. LCOE útreikningur er form núvirðisútreiknings. Mikil vinna getur legið í gagnaöflun og undirbúningi.
4. Á Íslandi hafa sumir notað hugtakið „núvirtur meðalkostnaður“ fyrir LCOE.

Skref 1:

Upplýsingar um stofnkostnað, rekstur og orkuvinnslugetu

Stofnkostnaður	Rekstrarkostnaður	Orkuvinnslugeta
Undirbúningur og rannsóknir Stofnkostnaður Aðstöðusköpun Annar "infrastruktur," eða innviðir Önnur atriði er falla undir stofnkostnað	Fastur kostnaður Breytilegur kostnaður Tryggingar Tengikostnaður Kostnaður vegna útblásturs og mengunar (Carbon transport, storage and costs) Sjóður fyrir niðurrif (de-commissioning) Verð á eldsneyti	Uppsett afl Framleiðslugeta "Capacity Factor," eða nýtingarstuðull

Skref 2:

Samtala núvirtis kostnaðar hvers árs. N = árafjöldi

$$\text{NPV of Total Costs} = \sum_n \frac{\text{total capex and opex costs}_n}{(1 + \text{discount rate})^n}$$

Skref 3:

Samtala núvirtrar orkuvinnslu hvers árs. N = árafjöldi

$$\text{NPV of Electricity Generation} = \sum_n \frac{\text{net electricity generation}_n}{(1 + \text{discount rate})^n}$$

Skref 4:

Samtals núvirtur kostnaður / samtals núvirt orkuvinnsla

$$\text{Levelised Cost of Electricity Generation Estimate} = \frac{\text{NPV of Total Costs}}{\text{NPV of Electricity Generation}}$$

Helstu forsendur og niðurstöður í LCOE útreikningum hjá IRENA

IRENA (*The International Renewable Energy Agency*) er þekkt alþjóðleg þróunarstofnun með aðsetur í Masdar City í Abu Dhabi. Að IRENA standa 143 lönd og 30 til viðbótar eru væntanlegir meðlimir.

IRENA hefur gefið út fjölmargar áhugaverðar skýrslur og greiningar í orkumálum og er með sérhæfingu varðandi endurnýjanlega orkugjafa. Hér er vísað í skýrsluna “Renewable Power Generation Costs in 2014” en hún er notuð til faglegs stuðnings og viðmiðunar. Skýrslan er vel unnin og fróðleg aflestrar. Ekki er ástæða til að skrifa útdrátt úr skýrslunni en helstu niðurstöður eru settar upp í töflu og á næstu síðu er að finna súlurit sem unnin eru úr töflunni að neðan.

Samandregið sýnir taflan niðurstöðu greiningar IRENA varðandi LCOE fyrir endurnýjanlega orkugjafa m.v. verðlagsforsendur á árinu 2014.

Athygli er vakin á eftirfarandi fullyrðingu frá IRENA: **“There is no single “true” LCOE value for given power generation technology. The installed cost and capacity factors are highly technology- and site specific. ... Hydropower, geothermal and most biomass-combustion technologies are mature, with limited cost-reduction potential.”**

Niðurstaða IRENA er að nota 7,5% “Discount Factor” í núvirðisútreikningi fyrir OECD lönd og Kína. IRENA notar aftur á móti 10% “Discount Factor” fyrir lönd, sem metin eru innifela meiri áhættu. Það á t.d. við um fjölda landa í Afríku, Latin Ameríku og Asíu.

Fyrir mörg þróunarlönd er landsáhættan metin há sem aftur leiðir til þess að fyrirtæki gera afar háa arðsemiskröfu til eigin fjár eða um 25%. Til þess að lækka þá áhættu má kaupa svokallaða pólitíska trygging hjá MIGA deild Alþjóðabankans, þróunarbönkum og sumum stórum tryggingarfélagum.

Í skýrslu IRENA er mikil áhersla lögð á vandaða áhættugreiningu og viðeigandi mótvægisáðgerðir.

Helstu niðurstöður IRENA má sjá í töflunni að neðan og með myndum á næstu síðu.

Sjá má að frávik frá neðri mörkum í efri mörk eru víða mikil. Þetta endurspeglar hversu fjölbreytileikinn er mikill varðandi stofnkostnað, rekstrarkostnað, nýtingarhlutfall og LCOE fyrir einstaka virkjanakosti. Útilokað er að finna “single true LCOE” eins og segir í skýrslu IRENA.

Varðandi útreikning á LCOE fyrir Ísland er hægt að nýta ýmsar forsendur IRENA og ekki síst hvað varðar mat á fjármagnskostnaði eða “Discount Factor”. Alls ekki er hægt að yfirfæra beint allar forsendur og niðurstöður en þær má aftur á móti nota til viðmiðunar.

IRENA notar útreikning á LCOE miðað við afhendingu raforku frá virkjun nema í sérstökum tilfellum er virkjunarkostur þarf að taka á sig viðbótarkostnað vegna tengingar inn á net.

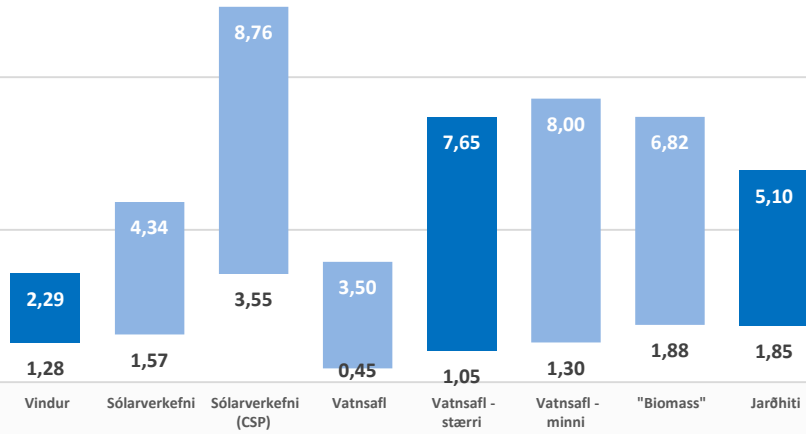
Útreikningar LCOE byggja á rauntölu og raunkröfu nema annað sé tekið fram.

IRENA	Útreikningstími, ár: Economic life	Afvöxtunarpáttur „Discount Factor“	Nýtingarstuðull	Rekstrarkostnaður US cent/kWh eða %	Stofnkostnaður M.US\$/MW	LCOE US cent/kWh
Vindur	25	OECD og Kína 7,5%. Önnur lönd 10%.	20% - 45%	1 - 2,5 cent/kWh	1,28 - 2,29	6-12
Sólarverkefni	25		20% - 53%	---	1,57 - 4,34	6-28
Sólarverkefni (CSP)	25		---	---	3,55 - 8,76	17-25
Vatnsafl	30		---	---	0,45 - 3,50	2-15
Vatnsafl - stærri	---		25% - 90%	2% - 2,5%	1,05 - 7,65	2-19
Vatnsafl - minni	---		20% - 95%	1% - 4%	1,30 - 8,00	2-27
Lífmassi "Biomass"	20		---	---	1,88 - 6,82	3-14
Jarðhiti	25		---	---	1,85 - 5,10	4-10

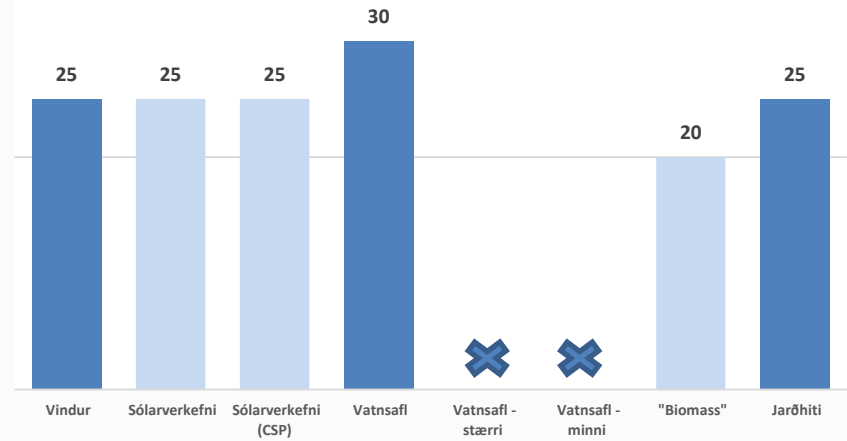
Skýring: --- Þýðir að upplýsingar koma ekki fram hjá IRENA eða gríðarleg frávik er milli efri og neðri marka og ekki sýnt. Sjá nánar í skýrslum IRENA.

Helstu forsendur og niðurstöður í LCOE útreikningum hjá IRENA

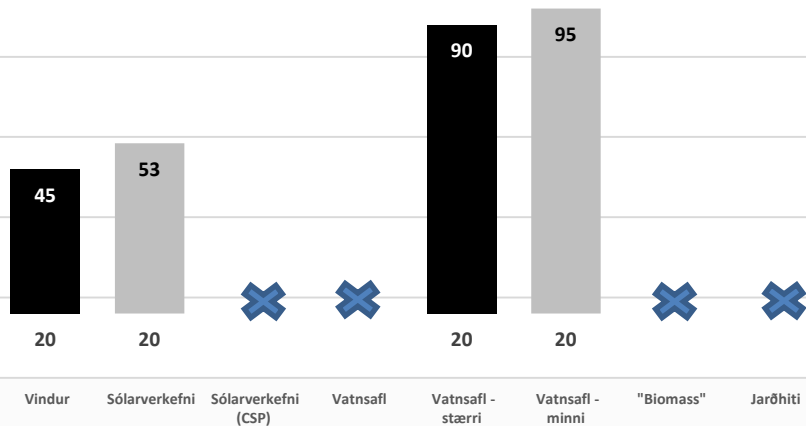
Stofnkostnaður í milljónum US\$/MW
Tölur sýna stofnkostnað frá og til í milljónum US\$/MW



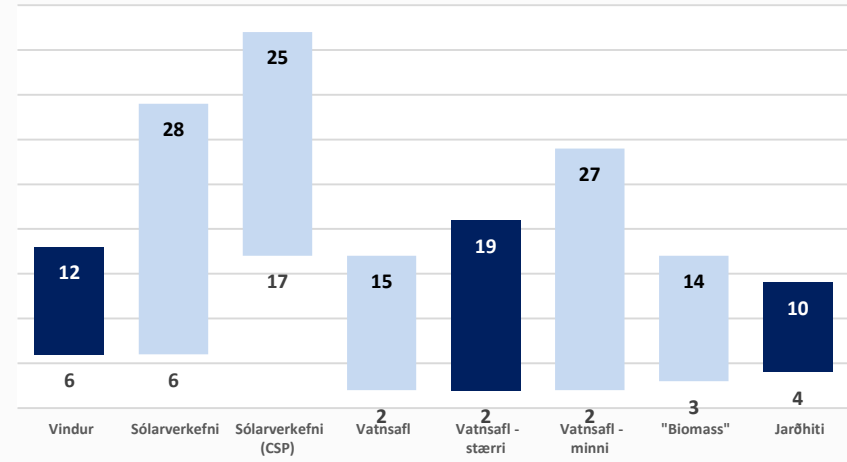
Útreikningstími, ár



Nýtingarhlutfall %
Tölur sýna nýtingarhlutfall frá og til í %.
Vegna breytileika gefur IRENA upp takmarkaðar upplýsingar um nýtingu



LCOE US cent/kWh
Tölur sýna LCOE frá og til í US cent/kWh



LCOE útreikningur fyrir virkjunarkosti á Íslandi

Í ágúst 2015 gaf Orkustofnun út skýrslu um rúmlega 80 virkjunarkosti til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar (OS-2015-02). Um er að ræða 48 virkjunarkosti í vatnsafla og 33 í jarðhita. Landsvirkjun er til viðbótar gefinn kostur á að leggja fram virkjunarkosti í vindorku. Frá því skýrslan var gefin út hafa einhverjar breytingar eða tilfærslur orðið innan flokka.

Orkustofnun fékk verkfræðistofu til þess að uppfæra bæði kostnaðarflokka og svokallaðan einingarkostnað frá gerð 2. áfanga rammaáætlunar. Kostnaður var uppreiknaður til verðlags í janúar 2014. Orkufyrirtækin voru beðin að flokka virkjunarkosti sína í kostnaðarflokka í samræmið við það. Kostnaðarflokkunin var í þessari greinargerð uppreiknuð til byggingarvísitölu í nóvember 2015 og miðað er við gengið 125 ISK/US\$.

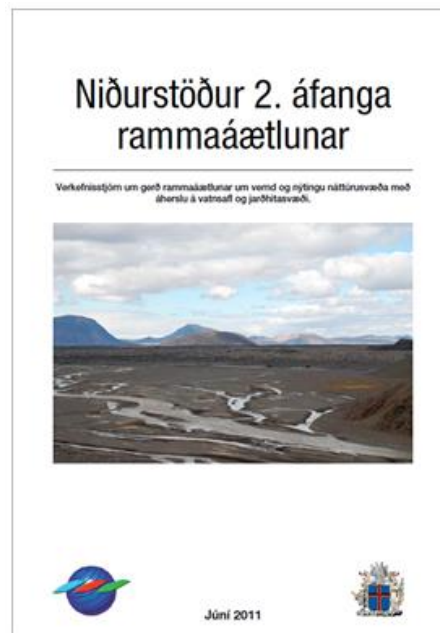
Aðrar forsendur í útreikningi á LCOE eru þær að miðað er við 7,5% afvöxtunarpátt eða „Discount Factor“. Er þá horft til þess fjármagnskostnaðar sem IRENA notar í sínum greiningum. Útreikningstími er 25 ár fyrir jarðhitavirkjun og 30 ár fyrir vatnsaflsvirkjun. Rekstrarkostnaður er áætlaður 1% af stofnkostnaði í vatnsafla og 2% í jarðhita. Framkvæmdartími er fjögur ár og vextir á byggingartíma eru meðtaldir í stofnkostnaði. Miðað er við að orka verði afhent frá virkjunarstað og er það til samræmis við forsendur IRENA. Til samræmis við aðferð IRENA er tengikostnaði sleppt en hann getur haft nokkur áhrif í sumum tilfellum.

Búið er að reikna út stofnkostnað og LCOE fyrir alla virkjunarkostina til umfjöllunar í 3. áfanga í skýrslu Orkustofnunar. Niðurstöður eru sýnar með töflum A og B á bls. 12-13 í skýrslunni. Sýnt er uppsett afl í MW, orkuvinnslugeta í GWh, kostnaðarflokkun og einingarkostnaður (reiknaður sem stofnkostnaður virkjunar á móti árlegri orkuvinnslugetu í kWh/ári). Þá sýnir tafla B stofnkostnað í millj. ISK/MW, MUS\$/MW og niðurstöðu LCOE útreiknings. LCOE er sýndur í US cent/kWh. Nefna má að sumir aðilar kjósa að nota eininguna US\$/MWh en hér er notast við US cent/kWh.

Virkjunarkostir í skýrslu OS eru flokkaðir í nýtingarflokk, verndarflokk og biðflokk. Sú skipting er sýnd með myndrænni framsetningu á bls. 9-11. Á bls. 14-18 er nánari framsetning á niðurstöðu LCOE útreiknings þar sem raðað er eftir hækkandi LCOE fyrir viðkomandi virkjunarkosti. Myndin á bls. 15 sýnir t.d. hvernig viðkomandi virkjunarkostir færast til á grafinu þegar öllum virkjunarkostum er raðað eftir hækkandi LCOE.

Samandregið um forsendur í LCOE útreikningi fyrir nýja virkjunarkosti:

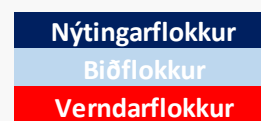
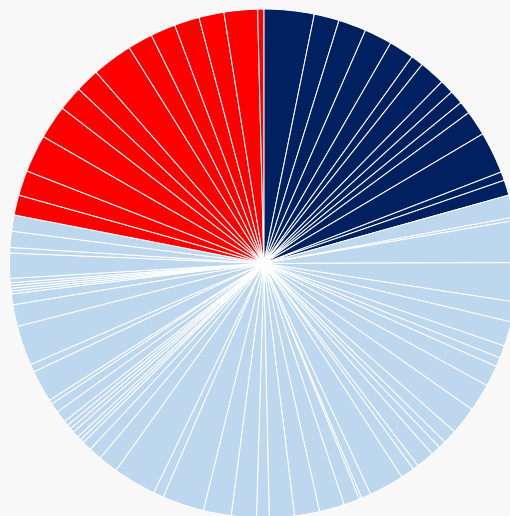
Forsendur:	Vatnsafl	Jarðhiti	Vindorka
Árlegur rek.kostnaður sem hlutf. stofnk.	1,00%	2,00%	4,00%
Afvöxtunarstuðull, viðmiðun IRENA	7,5%	7,5%	7,5%
Árafjöldi í LCOE útreikningi	30	25	25



83 virkjunarkostir og 5.655 MW Blátt orkunýtingarflokkur, ljósblátt biðflokkur og rautt verndarflokkur

Lestur texta að neðan:

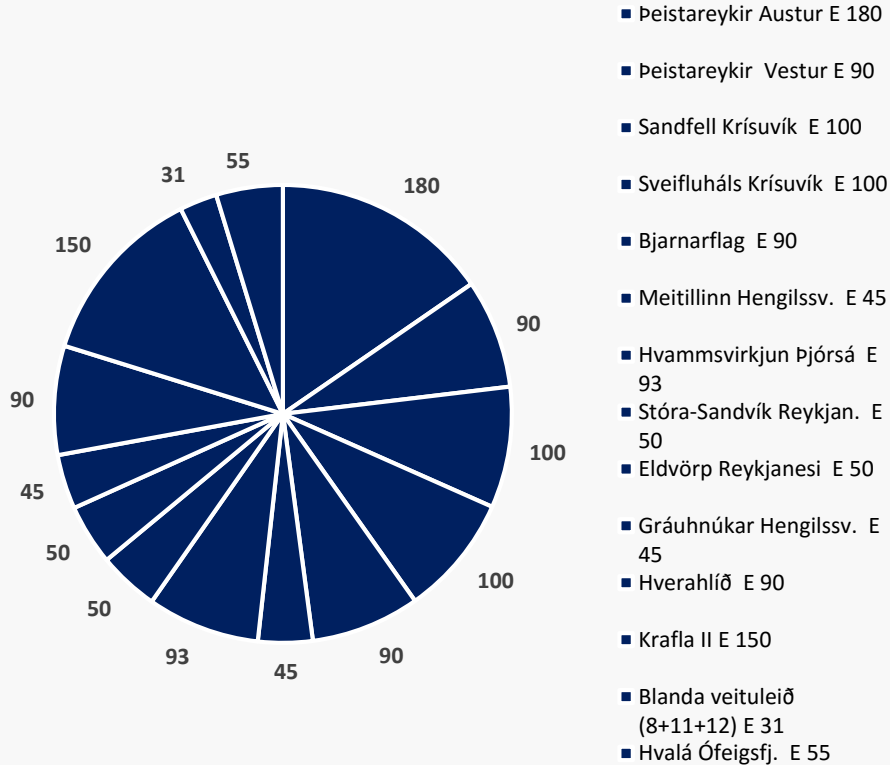
- Bókstafir sýna flokkun Orkustofnunar
- Talan lengst til hægri sýnir afl í MW



■ Þeistareykir Austur E 180	■ Þeistareykir Vestur E 90	■ Sandfell Krísuvík E 100	■ Sveifluháls Krísuvík E 100	■ Bjarnarflag E 90
■ Meitillinn Hengilssv. E 45	■ Hvammsvirkjun Þjórsá E 93	■ Stóra-Sandvík Reykjan. E 50	■ Eldvörp Reykjanesi E 50	■ Gráuhnúkar Hengilssv. E 45
■ Hverahlíð E 90	■ Krafla II E 150	■ Blanda veituleið (8+11+12) E 31	■ Hvalá Ófeigsfj. E 55	■ Norðlingjaölduveita B 80
■ Blanda veita úr V. Jökulsá G 12	■ Búlandsvirkjun Skaftá A 150	■ Urriðafoss Þjórsá A 140	■ Hólmsársv. án miðlunar A 72	■ Hrafnabjargarvirkjun A Skj. A 88,5
■ Skrokkölduv. Þjórsá Kaldakv. A 45	■ Villinganesvirkjun Skagaf. A 33	■ Kjalölduveita Þórsá C 75	■ Trölladyngja Reykjanesi A 100	■ Austurengjar A 100
■ Gjástykki Mývatnssv. B 50	■ Búðartunguvirkjun Hvítá A 27	■ Stóra Laxá A 35	■ Hólmsársvirkjun neðri A 65	■ Hagavatnsvirkjun A 20
■ Hrafnabjargarvirkjun B Skj. A 50	■ Hraunavirkjun til Berufj. G 126	■ Selfossvirkjun Ölfusá G 35	■ Tungnaárlón B 9	■ Holtavirkjun Þjórsá A 57
■ Botnafjöll G 90	■ Grashagi Torfajökulssv. G 90	■ Sandfell s. Torfajökuls G 90	■ Innstidalur A 45	■ Þverárdalur (Ölfusv.l.) A 90
■ Fremrinámar Mývatnssv. A 100	■ Hágönguvirkjun 1. áf. A 150	■ Hrafnabjargarvirkjun C Skj. A 36,5	■ Skatastaðavirkjun C Skagaf. A 156	■ Núpsársvirkjun Núpsvötn G 71
■ Kaldbaksvirkjun Síðujökli G 47	■ Hestvirkjun Grímsnesi G 34	■ Reyðarvatnsv. Grímsá Borg. G 14	■ Hvítá við Norðurreyki Borg. G 14	■ Brúarárvirkjun Biskupst. G 23
■ Kljáfossvirkjun Hvítá Borg. G 16	■ Blöndudalsvirkjun G 16	■ Haukholtavirkjun Hvítá G 17	■ Hverfisfljót G 42	■ Austurgilsvirkjun A 35
■ Hafralónsá, efra þrep Pistilfj. G 15	■ Hraunavirkjun til Suðurd. G 115	■ Vatnsdalsá G 28	■ Skatastaðavirkjun D Skagaf. A 143	■ Hafralónsá, neðra þrep Pistilfj. G 78
■ Hofsvirkjun Vopnaf. G 39	■ Seyðishólar Grímsnesi G 10	■ Sandfell Biskupst. G 10	■ Reykjaból Hrunam.hr. G 10	■ Hveravellir Kjölur G 10
■ Bakkahlaup G 15	■ Sköflungur Þjórsá Tungnársv. G 90	■ Hróthálsar Ódáðahraun G 20	■ Vörðufell Skeiðum G 58	■ Fljótshnjúksvirkjun Skjálf.fl. A 58
■ Hólmsársv. m.miðlun F 72	■ Brennisteinsfjöll F 90	■ Bitra F 135	■ Markarfljótssvirkjun A F 121	■ Bláfellsvirkjun F 89
■ Djúpá Síðujökli F 86	■ Markarfljótssvirkjun B F 146	■ Hverabotn Kerl.fjöll F 90	■ Neðri-Hveradalir Kerl.fjöll F 90	■ Kisubotnar Kerl.fjöll F 90
■ Þverfell Kerl.fjöll F 90	■ Grændalur Hengilssv. F 120	■ Gýgjarfossvirkjun Kjölur F 22		

Virkjunarkostir í orkunýtingarflokki og verndarflokki

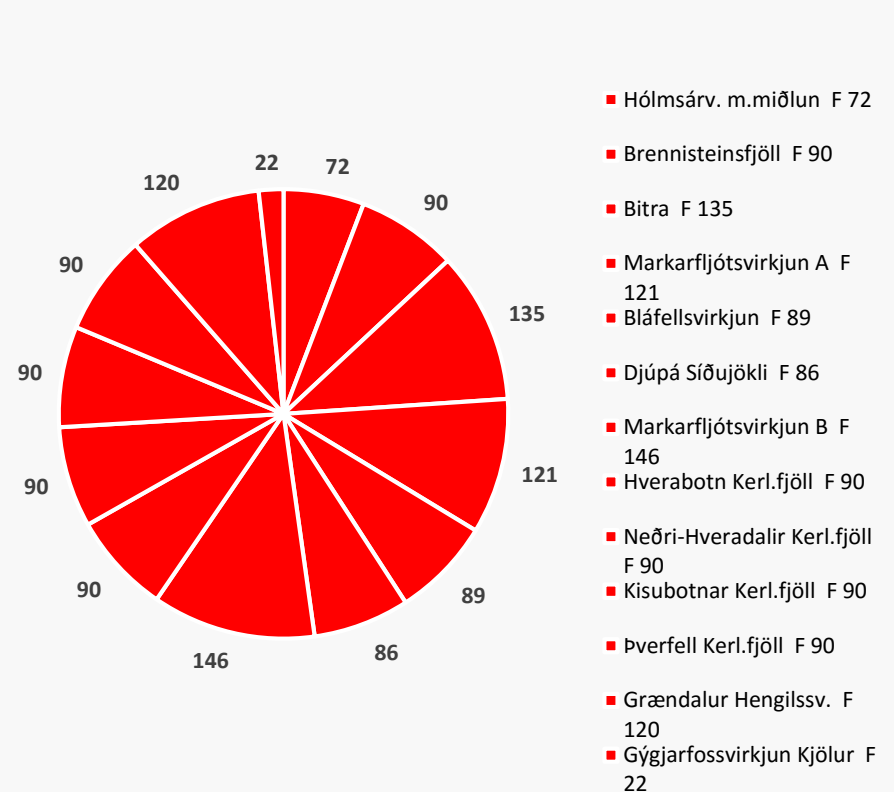
Orkunýtingarflokkur 1.169 MW (E) Alls 14 virkjunarkostir



Lestur texta að ofan:

- Bókstafir sýna flokkun Orkustofnunar
- E er orkunýtingarflokkur
- Talan lengst til hægri sýnir afl í MW

Verndarflokkur 1.241 MW (F) Alls 13 virkjunarkostir



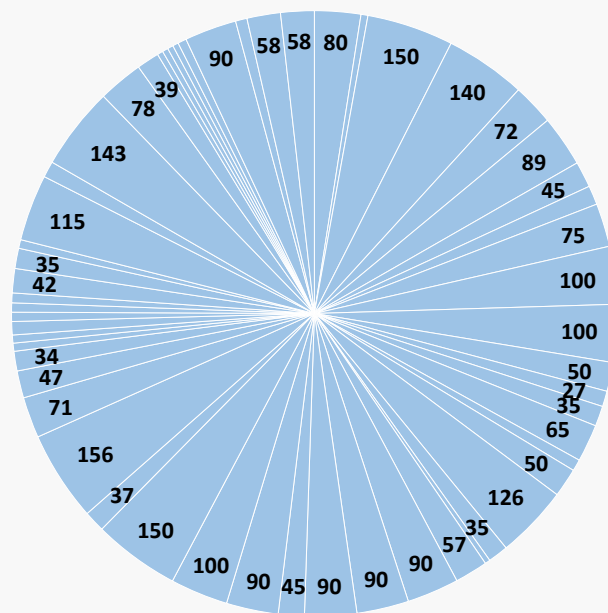
Lestur texta að ofan:

- Bókstafir sýna flokkun Orkustofnunar
- F er verndarflokkur
- Talan lengst til hægri sýnir afl í MW

Biðflokkur A, B og G: 3.245 MW Alls 56 virkjunarkostir

Lestur texta að neðan:

- Bókstafir sýna flokkun Orkustofnunar
- Talan lengst til hægri sýnir afl í MW



■ Norðlingjaölduveita B 80	■ Blanda veita úr V. Jökulsá G 12	■ Búlandsvirkjun Skaftá A 150	■ Urriðafoss Þjórsá A 140	■ Hólmsársv. án miðlunar A 72
■ Hrafnabjargarvirkjun A Skj. A 88,5	■ Skrokkölduv. Þjórsá Kaldakv. A 45	■ Villinganesvirkjun Skagaf. A 33	■ Kjalölduveita Þórsá C 75	■ Trölladyngja Reykjanesi A 100
■ Austurengjar A 100	■ Gjástykki Mývatnssv. B 50	■ Búðartunguvirkjun Hvítá A 27	■ Stóra Laxá A 35	■ Hólmsárvirkjun neðri A 65
■ Hagavatnsvirkjun A 20	■ Hrafnabjargarvirkjun B Skj. A 50	■ Hraunavirkjun til Berufj. G 126	■ Selfossvirkjun Ölfusá G 35	■ Tungnaárlón B 9
■ Holtavirkjun Þjórsá A 57	■ Botnafjöll G 90	■ Grashagi Torfajökulssv. G 90	■ Sandfell s. Torfajökuls G 90	■ Innstidalur A 45
■ Þverárdalur (Ölfusv.l.) A 90	■ Fremrinámar Mývatnssv. A 100	■ Hágönguvirkjun 1. áf. A 150	■ Hrafnabjargarvirkjun C Skj. A 36,5	■ Skatastaðavirkjun C Skagaf. A 156
■ Núpsárvirkjun Núpsvötn G 71	■ Kaldbaksvirkjun Síðujökli G 47	■ Hestvirkjun Grímsnesi G 34	■ Reyðarvatnsv. Grímsá Borg. G 14	■ Hvítá við Norðurreyki Borg. G 14
■ Brúarárvirkjun Biskupst. G 23	■ Kljáfossvirkjun Hvítá Borg. G 16	■ Blöndudalsvirkjun G 16	■ Haukholtavirkjun Hvítá G 17	■ Hverfisfljót G 42
■ Austurgilsvirkjun A 35	■ Hafralónsá, efra þrep Þistilfj. G 15	■ Hraunavirkjun til Suðurd. G 115	■ Vatnsdalsá G 28	■ Skatastaðavirkjun D Skagaf. A 143
■ Hafralónsá, neðra þrep Þistilfj. G 78	■ Hofsvirkjun Vopnaf. G 39	■ Seyðishólar Grímsnesi G 10	■ Sandfell Biskupst. G 10	■ Reykjaból Hrunam.hr. G 10
■ Hveravellir Kjölur G 10	■ Bakkahlaup G 15	■ Sköflungur Þjórsá Tungnársv. G 90	■ Hrúthálsar Ódáðahraun G 20	■ Vörðufell Skeiðum G 58
■ Fljótshnjúksvirkjun Skjálfl. A 58				

Upplistun virkjunarkosta, tafla A

1. Tafla A, upplistun virkjunarkosta: Heiti, númer, jarðhiti MW, vatnsafl MW, orkuvinnslugeta í GWh, kostnaðarflokkur, einingarkostnaður (reiknað sem kr/(kWh/ári)) og flokkun Orkustofnunar.
2. Stofnkostnaður er uppreiknaður út frá upplýsingum í skýrslum Orkustofnunar.
3. Uppreiknað er til verðlags m.v. vísitölu byggingarkostnaðar í nóvember 2015 og gengið 125 ISK/US\$.

Nýtingarflokkur

Biðflokkur

Verndarflokkur

	Virkjunarkostur:	Nr.	Jarðhiti MW	Vatnsafl MW	Orka GWh	Kostn. flokkur	Ein.kostn. (skýring 1)	Flokkun virkjunarkosta
1	Þeistareykir Vestur E	201	90		738	2	39,1	Orkunýtingarfli. E
2	Þeistareykir E	202	180		1.476	2	39,1	Orkunýtingarfli. E
3	Sandfell Krísuvík E	264	100		820	3	47,5	Orkunýtingarfli. E
4	Sveifluháls Krísuvík E	266	100		820	3	47,5	Orkunýtingarfli. E
5	Bjarnarflag E	297	90		756	3	47,5	Orkunýtingarfli. E
6	Meitillinn Hengillssv. E	269	45		369	3	47,5	Orkunýtingarfli. E
7	Krafla II E	298	150		1.260	4	60,5	Orkunýtingarfli. E
8	Gráuhnúkar Hengillssv. E	270	45		369	4	60,5	Orkunýtingarfli. E
9	Hverahlöð E	271	90		738	4	60,5	Orkunýtingarfli. E
10	Stóra-Sandvík Reykjan. E	262	50		410	4	60,5	Orkunýtingarfli. E
11	Eldvörp Reykjanesi E	263	50		410	4	60,5	Orkunýtingarfli. E
12	Hvalá Ófeigsfj. E	104		55	320	5	77,5	Orkunýtingarfli. E
13	Blanda veituleið Þrjár v. E	105		31	194	5	77,5	Orkunýtingarfli. E
14	Hvammsvirkjun: Flutt í nýt.fl. E	129		93	720	4	60,5	Orkunýtingarfli. E
15	Búlandsvirkjun Skaftá A	140		150	1.057	2	39,1	Biðflokkur
16	Urriðafoss Þjórsá A	131		140	1.037	2	39,1	Biðflokkur
17	Villinganesvirkjun Skagaf. A	108		33	215	3	47,5	Biðflokkur
18	Hólmsárv. án miðlunar A	119		72	450	3	47,5	Biðflokkur
19	Hrafnaþjargarvirkjun A Skj. A	110		88,5	585	3	47,5	Biðflokkur
20	Skrokkölduv. Þjórsá Kaldakv. A	126		45	345	3	47,5	Biðflokkur
21	Trölladyngja Reykjanesi A	265	100		820	3	47,5	Biðflokkur
22	Austurengjar A	267	100		820	3	47,5	Biðflokkur
23	Búðartunguvirkjun Hvítá A	134		27	230	4	60,5	Biðflokkur
24	Stóra Laxá A	141		35	200	4	60,5	Biðflokkur
25	Hólmsárvirkjun neðri A	121		65	480	4	60,5	Biðflokkur
26	Hagavatnsvirkjun A	139		20	120	4	60,5	Biðflokkur
27	Hrafnaþjargarvirkjun B Skj. A	110		50	332	4	60,5	Biðflokkur
28	Holtavirkjun Þjórsá A	130		57	450	4	60,5	Biðflokkur
29	Hágönguvirkjun 1. áf. A	291	150		1.260	4	60,5	Biðflokkur
30	Innstidalur A	273	45		369	4	60,5	Biðflokkur
31	Þverárdalur (Ölfusv.I.) A	275	90		738	4	60,5	Biðflokkur
32	Fremrinámar Mývatnssv. A	296	100		840	4	60,5	Biðflokkur
33	Skatastaðavirkjun D Skagaf. A	107		143	1.000	5	77,5	Biðflokkur
34	Hrafnaþjargarvirkjun C Skj. A	110		36,5	242	5	77,5	Biðflokkur
35	Skatastaðavirkjun C Skagaf. A	107		156	1.090	5	77,5	Biðflokkur
36	Austurgilsvirkjun A	157		35	228	5	77,5	Biðflokkur
37	Fljótshnúksvirkjun Skjálfl. A	109		58	405	6	94,4	Biðflokkur
38	Blanda veita úr V. Jökulsá G	143			100	2	39,1	Biðflokkur
39	Hraunavirkjun til Beruf. G	150		126	731	4	60,5	Biðflokkur
40	Selfossvirkjun Ölfusá G	138		35	258	4	60,5	Biðflokkur
41	Botnafjöll G	210	90		711	4	60,5	Biðflokkur
42	Grashagi Torfajökulssv. G	211	90		711	4	60,5	Biðflokkur

Skýring 1: Einingarkostnaður: kr / (kWh/ári) uppreiknað til nóvember 2015

	Virkjunarkostur:	Nr.	Jarðhiti MW	Vatnsafl MW	Orka GWh	Kostn. flokkur	Ein.kostn. (skýring 1)	Flokkun virkjunarkosta
43	Sandfell s. Torfajökuls G	212	90		711	4	60,5	Biðflokkur
44	Núpsárvirkjun Núpsvötn G	155		71	412	5	77,5	Biðflokkur
45	Reyðarvatnsv. Grímsá Borg. G	144		14	82	5	77,5	Biðflokkur
46	Hvítá við Norðurreykj. Borg. G	145		14	82	5	77,5	Biðflokkur
47	Blöndudalsvirkjun G	154		16	92	5	77,5	Biðflokkur
48	Vatnsdalsá G	142		28	162	5	77,5	Biðflokkur
49	Hafralónsá, efra þrep Þistilfj. G	146		15	87	5	77,5	Biðflokkur
50	Hafralónsá, neðra þrep Þistilfj. G	147		78	452	5	77,5	Biðflokkur
51	Hofsárvirkjun Vopnaf. G	148		39	226	5	77,5	Biðflokkur
52	Hraunavirkjun til Suðurd. G	149		115	667	5	77,5	Biðflokkur
53	Kaldbaksvirkjun Síðujökli G	151		47	273	5	77,5	Biðflokkur
54	Brúarvirkjun Vopnaf. G	153		23	133	5	77,5	Biðflokkur
55	Haukholtavirkjun Hvítá G	135		17	99	5	77,5	Biðflokkur
56	Kljáfossvirkjun Hvítá Borg. G	101		16	93	5	77,5	Biðflokkur
57	Hverfisfljót G	115		42	243	5	77,5	Biðflokkur
58	Hestvirkjun Grímsnesi G	137		34	197	5	77,5	Biðflokkur
59	Seyðishólar Grímsnesi G	205	10		79	5	77,5	Biðflokkur
60	Sandfell Biskupst. G	206	10		79	5	77,5	Biðflokkur
61	Reykjabol Hrunam.hr. G	207	10		79	5	77,5	Biðflokkur
62	Sköflungur Þjórsá Tungnársv. G	208	90		711	5	77,5	Biðflokkur
63	Hveravellir Kjölur G	283	10		79	5	77,5	Biðflokkur
64	Bakkahlaup G	209	15		119	5	77,5	Biðflokkur
65	Hrúthálsar Ódáðahraun G	295	20		160	5	77,5	Biðflokkur
66	Vörðufell Skeiðum G	136		58	174	6	94,4	Biðflokkur
67	Norðlingjaölduveita B	127			670	1	35,1	Biðflokkur
68	Kjalölduveita Þórsá C	156			630	3	47,5	Biðflokkur
69	Gjástykki Mývatnssv. B	200		50	420	3	47,5	Biðflokkur
70	Tungnaárlón B	124			70	4	60,5	Biðflokkur
71	Hólmsárv. m. miðlun F	120		72	470	3	47,5	Verndarflokkur F
72	Brennisteinsfjöll F	268	90		711	3	47,5	Verndarflokkur F
73	Þitra F	274	135		1100	3	47,5	Verndarflokkur F
74	Markarfljótsvirkjun A F	122		121	702	4	60,5	Verndarflokkur F
75	Bláfellsvirkjun F	133		89	516	4	60,5	Verndarflokkur F
76	Djúpá Síðujökli F	114		86	499	4	60,5	Verndarflokkur F
77	Markarfljótsvirkjun B F	123		146	846	4	60,5	Verndarflokkur F
78	Hverabotn Kerl.fjöll F	279	90		711	4	60,5	Verndarflokkur F
79	Neðri-Hveradalir Kerl.fjöll F	280	90		711	4	60,5	Verndarflokkur F
80	Kisubotnar Kerl.fjöll F	281	90		711	4	60,5	Verndarflokkur F
81	Þverfell Kerl.fjöll F	282	90		711	4	60,5	Verndarflokkur F
82	Grændalur Hengillssv. F	277	120		984	4	60,5	Verndarflokkur F
83	Gýgjarfossvirkjun Kjölur F	132	22	22	128	5	77,5	Verndarflokkur F
	Samtals		2.737	2.764	41.305			

Skýring 1: Einingarkostnaður: kr / (kWh/ári) uppreiknað til nóvember 2015

Upplistun virkjunarkosta, tafla B

1. Tafla B er viðbót við töflu A: Stofnkostnaður virkjunarkosta er umreiknaður í milljónir ISK per MW og milljónir US\$ per MW. Miðað er við gengi dollars 125 ISK/dollar.
2. Forsendur útreiknings á LCOE eru uppreiknaður stofnkostnaður fyrir hvern virkjunarkost í US\$ per MW og árleg orkuvinnslugeta. Miðað er við 7,5% afvöxtunarstuðul eða „Discount Factor“. Vatnsaflsvirkjanir eru reiknaðar með 30 ára útreikningstíma og 1% árlegan rekstrarkostnað sem hlutfall stofnkostnaðar. Jarðhitavirkjanir eru reiknaðar með 25 ára útreikningstíma og 2% árlegan rekstrarkostnað sem hlutfall stofnkostnaðar. Niðurstaða LCOE útreiknings er sýnd í US cent/kWh fyrir hvern virkjunarkost.

Nýtingarflokkur
 Biðflokkur
 Verndarflokkur

Virkjunarkostur:	Nr.	Jarðhiti MW	Vatnsafl MW	Orka GWh	M. ISK per MW	M. US\$ per MW	LCOE Cent/kWh	Flokkun virkjunarkosta
1 Peistareykir Vestur E	201	90		738	320	2,6	2,89	Orkunýtingarfli. E
2 Peistareykir E	202	180		1.476	320	2,6	2,89	Orkunýtingarfli. E
3 Sandfell Krísuvík E	264	100		820	390	3,1	3,52	Orkunýtingarfli. E
4 Sveifluháls Krísuvík E	266	100		820	390	3,1	3,52	Orkunýtingarfli. E
5 Bjarnarflag E	297	90		756	399	3,2	3,52	Orkunýtingarfli. E
6 Meitlillinn Hengillsv. E	269	45		369	390	3,1	3,52	Orkunýtingarfli. E
7 Krafla II E	298	150		1.260	469	3,7	3,88	Orkunýtingarfli. E
8 Gráuhnúkar Hengillsv. E	270	45		369	496	4,0	4,48	Orkunýtingarfli. E
9 Hverahlöð E	271	90		738	496	4,0	4,48	Orkunýtingarfli. E
10 Stóra-Sandvík Reykjan. E	262	50		410	496	4,0	4,48	Orkunýtingarfli. E
11 Eldvörp Reykjanesi E	263	50		410	496	4,0	4,48	Orkunýtingarfli. E
12 Hvalá Ófeigsfj. E	104		55	320	508	4,1	4,48	Orkunýtingarfli. E
13 Blanda veituleið Þrjár v. E	105		31	194	451	3,6	4,97	Orkunýtingarfli. E
14 Hvammsvirkjun: Flutt í nýtt fl. E	129		93	720	516	4,1	3,88	Orkunýtingarfli. E
15 Búlandsvirkjun Skaftá A	140		150	1.057	294	2,4	2,25	Biðflokkur
16 Urriðafoss Þjórsá A	131		140	1.037	325	2,6	2,50	Biðflokkur
17 Villinganesvirkjun Skagaf. A	108		33	215	275	2,2	2,50	Biðflokkur
18 Hólmsárv. án miðlunar A	119		72	450	289	2,3	2,50	Biðflokkur
19 Hrafnabjargarvirkjun A Skj. A	110		88,5	585	297	2,4	3,05	Biðflokkur
20 Skrokkölduv. Þjórsá Kaldakv. A	126		45	345	314	2,5	3,05	Biðflokkur
21 Trölladyngja Reykjanesi A	265	100		820	364	2,9	3,05	Biðflokkur
22 Austurengjar A	267	100		820	310	2,5	3,05	Biðflokkur
23 Búðartunguvirkjun Hvítá A	134		27	230	399	3,2	3,05	Biðflokkur
24 Stóra Laxá A	141		35	200	390	3,1	3,52	Biðflokkur
25 Hólmsárvirkjun neðri A	121		65	480	390	3,1	3,52	Biðflokkur
26 Hagavatnsvirkjun A	139		20	120	399	3,2	3,52	Biðflokkur
27 Hrafnabjargarvirkjun B Skj. A	110		50	332	516	4,1	3,88	Biðflokkur
28 Holtavirkjun Þjórsá A	130		57	450	346	2,8	3,88	Biðflokkur
29 Hágönguvirkjun 1. áf. A	291	150		1.260	447	3,6	3,88	Biðflokkur
30 Innstidalur A	273	45		369	363	2,9	3,88	Biðflokkur
31 Þverárdalur (Ölfusv.I.) A	275	90		738	402	3,2	3,88	Biðflokkur
32 Fremrinámar Mývatnsv. A	296	100		840	351	2,8	3,88	Biðflokkur
33 Skatastaðavirkjun D Skagaf. A	107		143	1.000	446	3,6	3,88	Biðflokkur
34 Hrafnabjargarvirkjun C Skj. A	110		36,5	242	471	3,8	3,88	Biðflokkur
35 Skatastaðavirkjun C Skagaf. A	107		156	1.090	478	3,8	3,88	Biðflokkur
36 Austurgilsvirkjun A	157		35	228	478	3,8	4,48	Biðflokkur
37 Fjótshnjúgvirkjun Skjálfl. A	109		58	405	478	3,8	4,48	Biðflokkur
38 Blanda veita úr V. Jökulsá G	143			100	478	3,8	4,48	Biðflokkur
39 Hraunavirkjun til Berufj. G	150		126	731	496	4,0	4,48	Biðflokkur
40 Selfossvirkjun Ölfusá G	138		35	258	496	4,0	4,48	Biðflokkur
41 Botnafjöll G	210	90		711	508	4,1	4,48	Biðflokkur
42 Grashagi Torfajökulsv. G	211	90		711	508	4,1	4,48	Biðflokkur

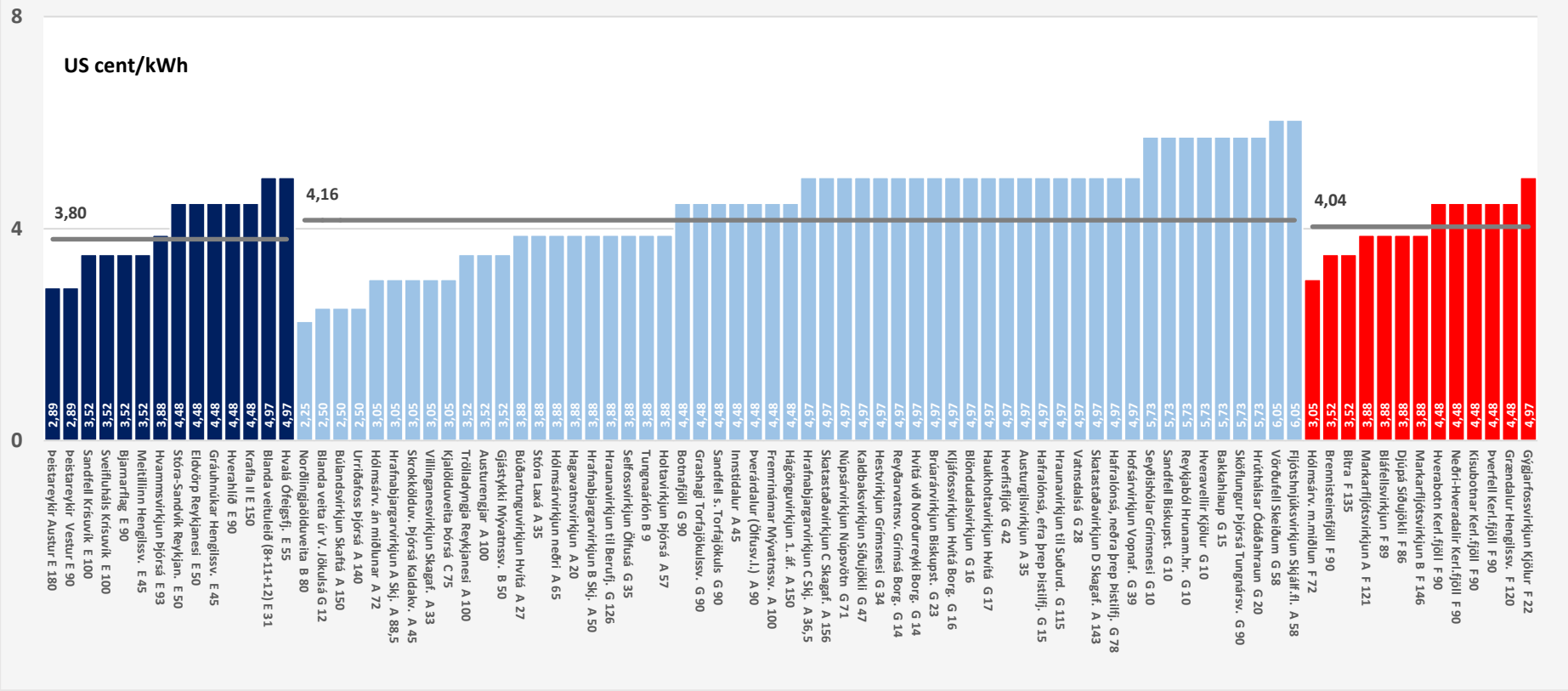
Virkjunarkostur:	Nr.	Jarðhiti MW	Vatnsafl MW	Orka GWh	M. ISK per MW	M. US\$ per MW	LCOE Cent/kWh	Flokkun virkjunarkosta
43 Sandfell s. Torfajökuls G	212	90		711	514	4,1	4,97	Biðflokkur
44 Núpsárvirkjun Núpsvötn G	155		71	412	541	4,3	4,97	Biðflokkur
45 Reyðarvatnsv. Grímsá Borg. G	144		14	82	449	3,6	4,97	Biðflokkur
46 Hvítá við Norðurreykj. Borg. G	145		14	82	450	3,6	4,97	Biðflokkur
47 Blöndudalsvirkjun G	154		16	92	449	3,6	4,97	Biðflokkur
48 Vatnsdalsá G	142		28	162	454	3,6	4,97	Biðflokkur
49 Hafralónsá, efra þrep Pistilfj. G	146		15	87	454	3,6	4,97	Biðflokkur
50 Hafralónsá, neðra þrep Pistilfj. G	147		78	452	448	3,6	4,97	Biðflokkur
51 Hofársárvirkjun Vopnaf. G	148		39	226	450	3,6	4,97	Biðflokkur
52 Hraunavirkjun til Suðurd. G	149		115	667	445	3,6	4,97	Biðflokkur
53 Kaldbaksvirkjun Síðujökli G	151		47	273	451	3,6	4,97	Biðflokkur
54 Brúárvirkjun Biskupst. G	153		23	133	448	3,6	4,97	Biðflokkur
55 Haukholtavirkjun Hvítá G	135		17	99	505	4,0	4,97	Biðflokkur
56 Kljáfossvirkjun Hvítá Borg. G	101		16	93	449	3,6	4,97	Biðflokkur
57 Hverfisfjót G	115		42	243	449	3,6	4,97	Biðflokkur
58 Hestvirkjun Grímsnesi G	137		34	197	448	3,6	4,97	Biðflokkur
59 Seyðishólar Grímsnesi G	205	10		79	542	4,3	4,97	Biðflokkur
60 Sandfell Biskupst. G	206	10		79	449	3,6	4,97	Biðflokkur
61 Reykjaból Hrunam.hr. G	207	10		79	449	3,6	4,97	Biðflokkur
62 Sköflungur Þjórsá Tungnárv. G	208	90		711	612	4,9	5,73	Biðflokkur
63 Hveravellir Kjölur G	283	10		79	612	4,9	5,73	Biðflokkur
64 Bakkahlaup G	209	15		119	612	4,9	5,73	Biðflokkur
65 Hríthálsar Ódádahraun G	295	20		160	612	4,9	5,73	Biðflokkur
66 Vörðufell Skeiðum G	136		58	174	614	4,9	5,73	Biðflokkur
67 Norðlingjaölduveita B	127			670	612	4,9	5,73	Biðflokkur
68 Kjálöduveita Þórsá C	156			630	620	5,0	5,73	Biðflokkur
69 Gjástykki Mývatnsv. B	200		50	420	283	2,3	6,05	Biðflokkur
70 Tungnaárlón B	124			70	659	5,3	6,05	Biðflokkur
71 Hólmsárv. m.miðlun F	120		72	470	310	2,5	3,05	Verndarflokkur F
72 Brennisteinsfjöll F	268	90		711	375	3,0	3,52	Verndarflokkur F
73 Bitra F	274	135		1.100	387	3,1	3,52	Verndarflokkur F
74 Markarfljótsvirkjun A F	122		121	702	351	2,8	3,88	Verndarflokkur F
75 Bláfellsvirkjun F	133		89	516	351	2,8	3,88	Verndarflokkur F
76 Djúpa Síðujökli F	114		86	499	351	2,8	3,88	Verndarflokkur F
77 Markarfljótsvirkjun B F	123		146	846	351	2,8	3,88	Verndarflokkur F
78 Hverabotn Kerl.fjöll F	279	90		711	478	3,8	4,48	Verndarflokkur F
79 Neðri-Hveradalir Kerl.fjöll F	280	90		711	478	3,8	4,48	Verndarflokkur F
80 Kisubotnar Kerl.fjöll F	281	90		711	478	3,8	4,48	Verndarflokkur F
81 Þverfell Kerl.fjöll F	282	90		711	478	3,8	4,48	Verndarflokkur F
82 Grændalur Hengillsv. F	277	120		984	496	4,0	4,48	Verndarflokkur F
83 Gýgjarfossvirkjun Kjölur F	132	22	22	128	451	3,6	4,97	Verndarflokkur F
Samtals				2.737	2.764	41.305		

Myndræn framsetning á niðurstöðu LCOE útreiknings fyrir 83 virkjunarkosti

1. Myndræn framsetning á niðurstöðu LCOE útreiknings fyrir 83 virkjunarkosti og 5.655 MW.
2. Orkunýtingarflokkur: 14 virkjunarkostir, 1.169 MW, vegið meðaltal LCOE er 3,80 US cent/kWh.
3. Biðflokkur: 56 virkjunarkostir, 3.245 MW, vegið meðaltal LCOE er 4,16 US cent/kWh.
4. Verndarflokkur: 13 virkjunarkostir, 1.241 MW, vegið meðaltal LCOE er 4,04 US cent/kWh.
5. Allir virkjunarkostir: 83 virkjunarkostir, 5.655 MW, vegið meðaltal LCOE er 4,05 US cent/kWh.

Nýtingarflokkur
Biðflokkur
Verndarflokkur

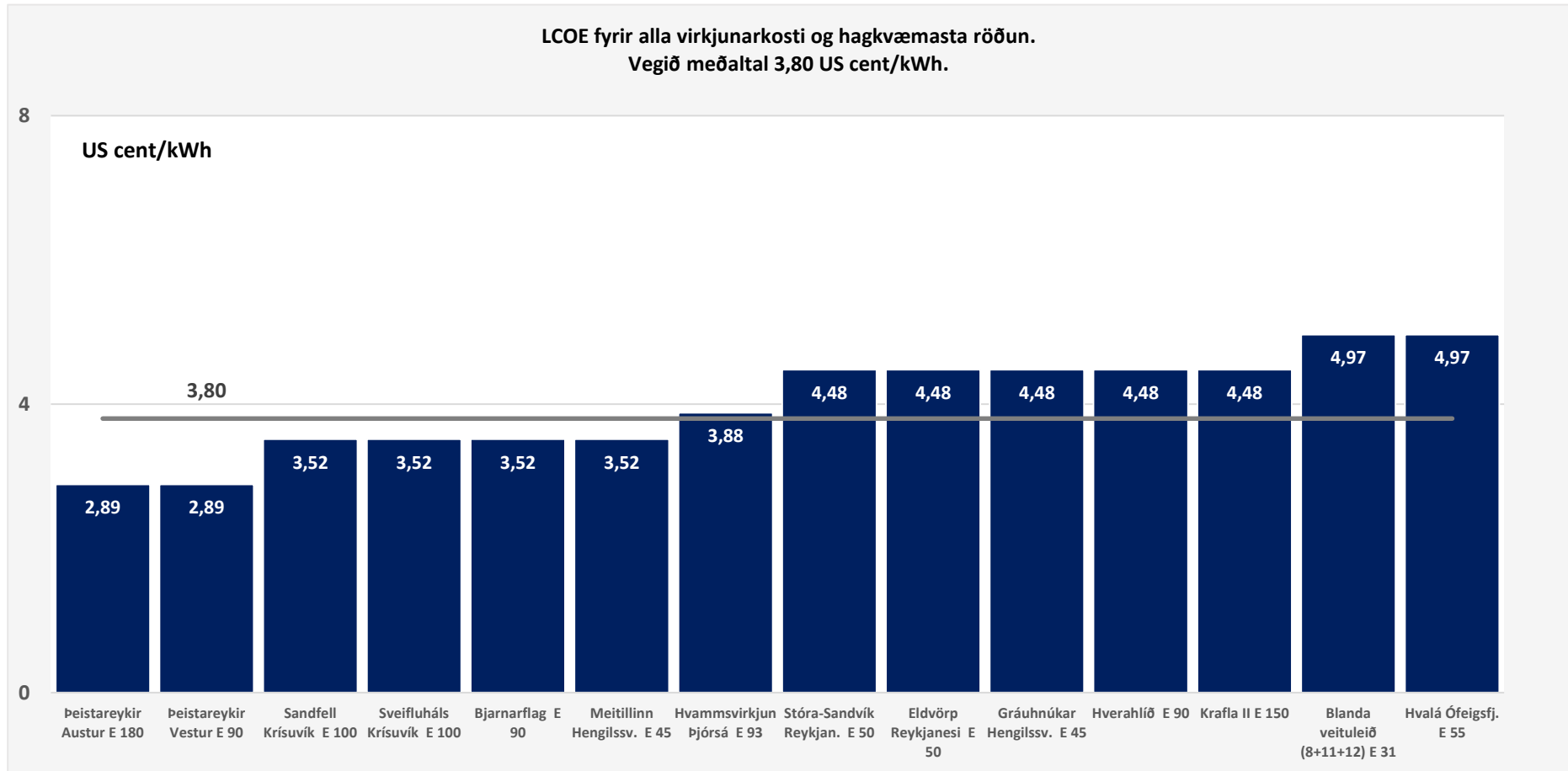
LCOE fyrir alla virkjunarkosti.
 Vegið meðaltal allra virkjunarkosta er 4,05 cent/kWh.



Orkunýtingarflokkur og hakvæmasta röðun

1. Myndin sýnir LCOE fyrir virkjunarkosti í orkunýtingarflokki og hagkvæmstu röðun.
2. Vegið meðaltal er 3,80 US cent/kWh. LCOE er á bilinu 2,89 US cent/kWh upp í 4,97 US cent/kWh.

Nýtingarflokkur
Biðflokkur
Verndarflokkur

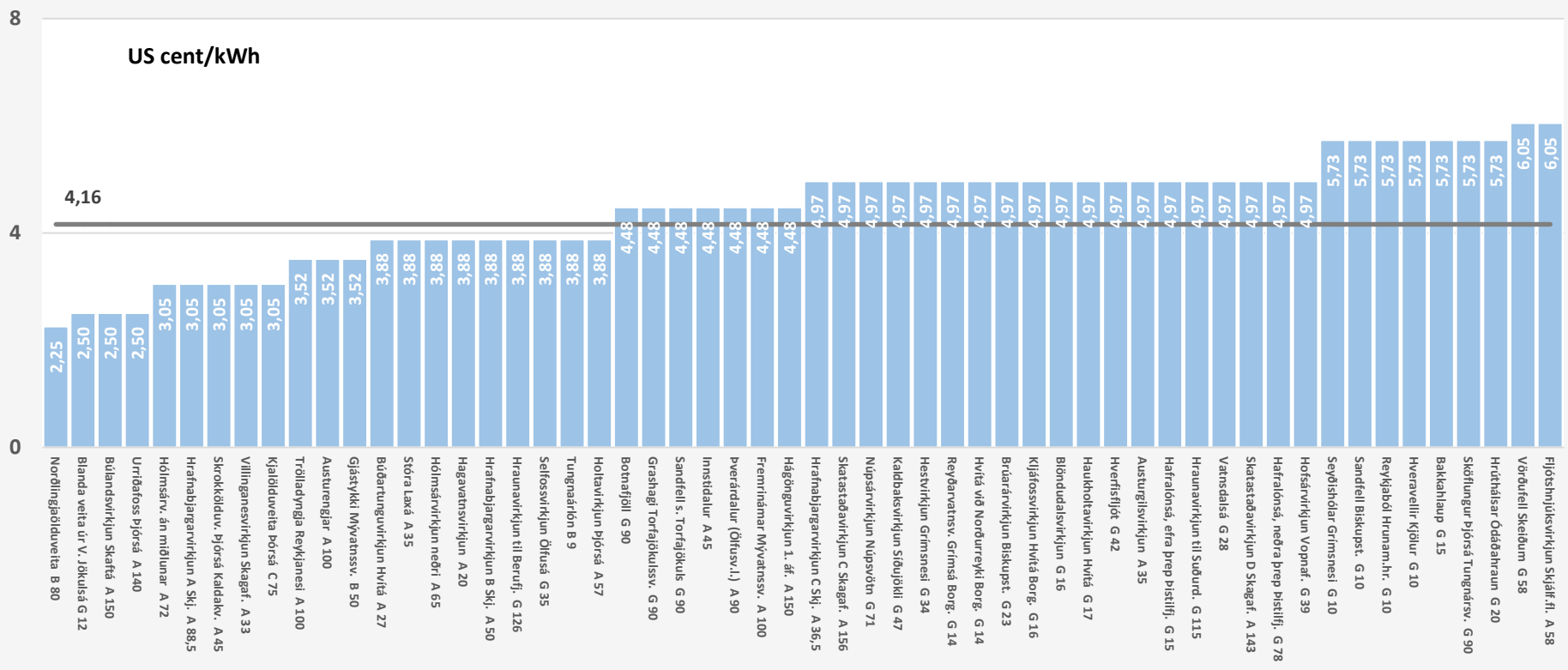


Biðflokkur og hagkvæmasta röðun

1. Myndin sýnir LCOE fyrir virkjunarkosti í biðflokki og hagkvæmstu röðun.
2. Vegið meðaltal er 4,16 US cent/kWh. LCOE er á bilinu 2,25 US cent/kWh upp í 6,05 US cent/kWh.

Nýtingarflokkur
Biðflokkur
Verndarflokkur

LCOE fyrir alla virkjunarkosti og hagkvæmasta röðun.
Vegið meðaltal er 4,16 US cent/kWh.



Verndarflokkur og hagkvæmasta röðun

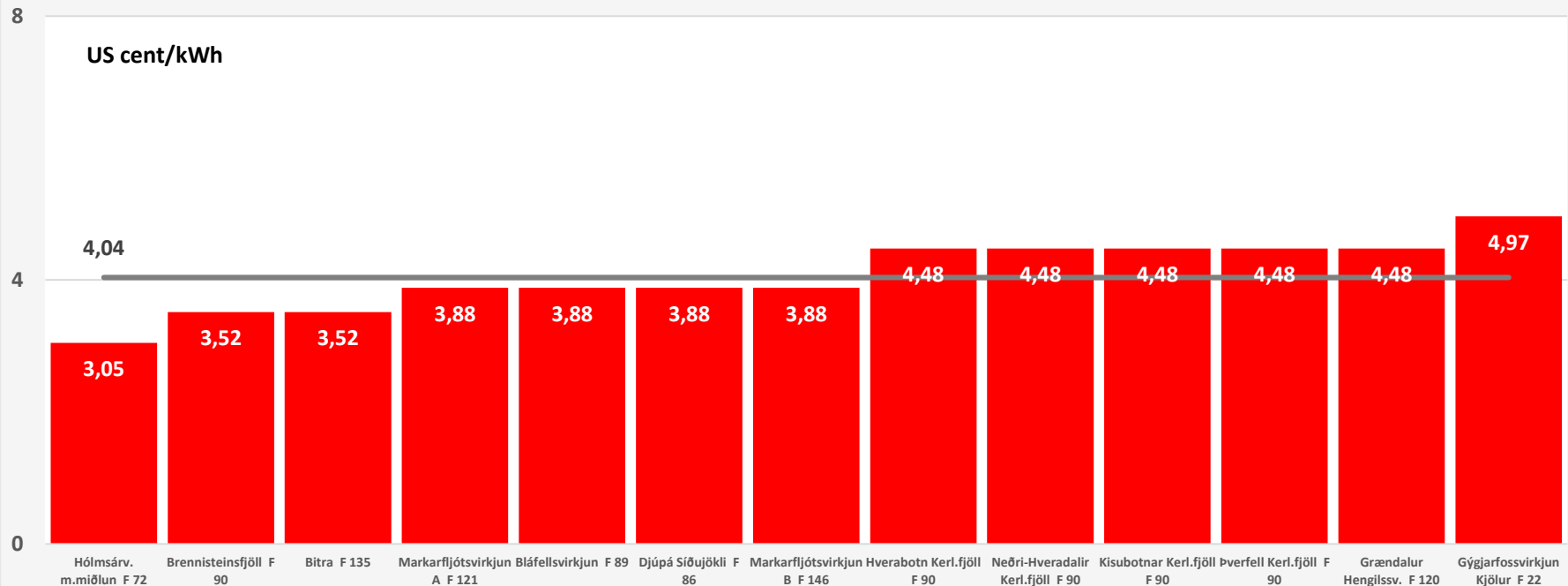
1. Myndin sýnir LCOE fyrir virkjunarkosti í verndarflokki og hagkvæmustu röðun.
2. Vegið meðaltal er 4,04 cent/kWh. LCOE er á bilinu 3,05 US cent/kWh upp í 4,97 US cent/kWh.

Nýtingarflokkur

Biðflokkur

Verndarflokkur

LCOE fyrir alla virkjunarkosti.
Vegið meðaltal er 4,04 US cent/kWh.



Ábyrgð:

- Höfundur er ábyrgðarmaður skýrslunnar, þ.m.t. hvað varðar efnisumfjöllun, meðhöndlun talna, útreikninga, uppröðun, niðurstöður og texta.
- Upplýsingar úr skýrslum Orkustofnunar eru notaðar til þess að uppreikna stofnkostnað virkjunarkosta m.v. breytingar á byggingarvísitölu til nóvember 2015 og nýtingarhlutfall virkjunarkosta.
- Í umfjöllun um LCOE er stuðst við upplýsingar og gögn frá IRENA: International Renewable Energy Agency. www.irena.org

Skýrsluhöfundur:

- Viðskiptafræðingur frá HÍ og rekstrarhagfræðingur frá Verslunaháskólanum í Kaupmannahöfn.
- Hefur unnið að fjölmörgum útreikningum og greiningum varðandi orkumál og virkjunarverkefni á Íslandi og í Þróunarlöndum.
- Skýrsluhöfundur gefur frekari upplýsingar og útskýringar.

Kristján B. Ólafsson
Rekstrarhagfræðingur
Netfang: kbo@simnet.is
Sími: +354 892 9200



